Г.М. Веденеев и В.Е. Вершин

Радиоприемник с электронной настройкой

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ



МАССОВАЯ РАДИОБИБЛИОТЕКА

Выпуск 472

Г. М. ВЕДЕНЕЕВ и В. Е. ВЕРШИН

РАДИОПРИЕМНИК С ЭЛЕКТРОННОЙ НАСТРОЙКОЙ



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКВА 1963 ЛЕНИНГРАД

Рассмотрены вопросы использования p-n перехода в резонансном контуре, возможности применения кремниевых стабилитронов в качестве управляемой емкости, а также особенности проектирования с ними радиоаппаратуры. Как пример приводится подробное описание самодельного приемника прямого усиления с настройкой контура емкостью кремниевого стабилитрона.

Брошюра рассчитана на радиолюбителей-конструкторов, знакомых с основами электроники полупроводников.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭЛЕКТРОННЫЙ УПРАВЛЯЕМЫЙ КОНДЕНСАТОР

Работа *p-n* перехода на обратной ветви вольт-амперной характеристики. Как известно, при приложении к *p-n* переходу напряжения в непроводящем направлении основные носители тока (в материале *n*-типа — электроны, в материале *p*-типа — дырки), находящиеся близ границы *p-n* перехода, под действием электрического поля стремятся в глубь материала полупроводника. Однако они не могут уйти от перехода, так как поле оставшихся у перехода ионизированных атомов примесей будет противодействовать их движению. Таким образом, в области перехода вскоре установится некоторое состояние равновесия, и ток во внешней цепи будет отсутствовать.

С увеличением запирающего напряжения область пространственного заряда у перехода будет все больше и больше расширяться. При некотором определенном значении приложенного напряжения напряженность поля в переходе окажется столь высокой, что поле сможет перетянуть носители тока из одной области материала в другую и тогда в переходе наступит пробой. В зависимости от ширины перехода и материала полупроводника может наблюдаться пробой либо лавинного типа, либо зенеровский, либо оба типа пробоя одновременно. В области, предшествующей пробою, в переходе уже появляется повышенный шумовой ток (неустойчивые, локализованные пробои).

Переход, работающий в запирающем направлении, в предпробойной области может быть представлен как конденсатор, обкладками которого служат области пространственного заряда у перехода, связанные с перемещением носителей тока, а изолирующей прокладкой (диэлектриком) служит слой полупроводника, обедненного носителями. Энергия же, затрачиваемая на расширение области пространственного заряда, может быть представлена как энергия, идущая на заряд этого эквивалентного конденсатора. Действительно, в начальный момент включения запирающего (смещающего) напряжения к *p-n* переходу во внешней цепи возникает ток, обусловленный перемещением носителей тока в области перехода под действием приложенного электрического поля. Однако по мере установления переходных процессов ток во внешней цепи спадает

[1] См. Г. М. Веденеев и В. Е. Вершин, «Кремниевые стабилитроны». Госэнергоиздат, 1961.

до нуля и тогда в переходе наступает состояние равновесия (в идеальном *p-n* переходе).

В реальном *p-n* переходе, помимо описанных, наблюдаются и другие физические явления, связанные не только с физикой работы перехода, но и с технологией его изготовления. Эквивалентная схема реального *p-n* перехода показана на рис. 1.

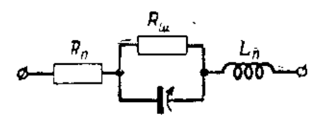


Рис. 1. Эквивалентная схема реального *p-n* перехода, работающего на обратном участке вольт-амперной характеристики.

Величина эквивалентной емкости перехода $C_{эк}$ определяется как свойствами полупроводникового материала, так и его геометрическими размерами. Зависимость эквивалентной емкости перехода от приложенного к нему напряжения выражается следующими формулами:

$$C_{эк} = \frac{C_0}{k_1 \sqrt{U_к + U}} \qquad (1)$$

для «резких» (сплавных) переходов и

$$C_{эк} = \frac{C_0}{k_2 \sqrt[3]{U_к + U}} \qquad (2)$$

для «плавных» (тянутых) переходов,

где $C_{эк}$ — эквивалентная емкость перехода;
C_0 — начальная величина эквивалентной емкости перехода;
k_1 и k_2 — коэффициенты пропорциональности;
$U_к$ — контактная разность потенциалов;
U — напряжение, приложенное к переходу.

Из приведенных формул следует, что наиболее удобно использовать в качестве управляемого электронного конденсатора «резкий» *p-n* переход, имеющий наибольшую зависимость эквивалентной емкости от напряжения смещения.

Сопротивление $R_ш$ — это сопротивление утечки, шунтирующее переход. Оно определяет потери в полупроводниковом конденсаторе

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{j\omega C_{эк} R_ш}. \qquad (3)$$

Желательно, чтобы сопротивление $R_ш$ было достаточно большим.

Величина последовательного сопротивления $R_п$ определяется объемным сопротивлением полупроводникового материала и сопротивлением выводов. Это сопротивление также определяет потери в полупроводниковом конденсаторе. Однако, имея незначительную величину (2—5 *ом*), оно может практически не учитываться. Последовательная индуктивность $L_п$ определяется конструктивным выполнением (в том числе длиной и сечением выводов). У отечественных стабилитронов Д808—Д813 индуктивность $L_п$ составляет величину порядка нескольких микрогенри и, за исключением диапазона СВЧ, может не учитываться.

Добротность, коэффициент перекрытия и крутизна характеристики полупроводникового конденсатора. Добротность полупроводникового конденсатора Q может быть определена как отношение накопленной конденсатором энергии к энергии, затраченной на его заряд. Ее можно определить, исходя из эквивалентной схемы замещения полупроводникового конденсатора (рис. 1). Действительно, полное комплексное сопротивление *p-n* перехода определяется как

$$Z = R_п + \frac{\frac{1}{j\omega C_{эк}} R_{ш.д}}{R_{ш.д} + \frac{1}{j\omega C_{эк}}}, \qquad (4)$$

где $R_{ш.д}$ — динамическое шунтирующее сопротивление в данной рабочей точке (определяется по вольт-амперной статической характеристике стабилитрона как отношение $\frac{\Delta U}{\Delta I}$).

Решая это уравнение, можно найти, что

$$Q = \frac{X}{R} = \frac{R_{ш.д}\omega C_{эк}}{R_п R_{ш.д}\,\omega^2 C_{эк}^2 + R_п/R_{ш.д} + 1}. \qquad (5)$$

Максимальное значение добротности определяется по формуле

$$Q_{макс} = \frac{1}{2} Y_п \frac{1}{\sqrt{Y_{ш.д}(Y_п + Y_{ш.д})}} \qquad (6)$$

и соответствует частоте

$$\omega = \frac{1}{C_{эк}} \sqrt{Y_{ш.д}(Y_п + Y_{ш.д})}, \qquad (7)$$

где $Y_п$ и $Y_{ш.д}$ — проводимости, соответствующие сопротивлениям $R_п$ и $R_{ш.д}$.

Добротность полупроводникового конденсатора можно увеличить, включив последовательно с ним конденсатор $C_п$, свободный от потерь. Тогда добротность Q увеличится приблизительно в M раз, где

$$M = \frac{C_{эк} + C_п}{C_п} \qquad (8)$$

Один из важных параметров *p-n* перехода при использовании его в качестве управляемого конденсатора представляет собой коэффициент перекрытия по емкости

$$K_C = \frac{C_{эк.макс}}{C_{эк.мин}}, \qquad (9)$$

определяющий коэффициент перекрытия по частоте

$$K_f = \sqrt{\frac{C_{\text{эк. макс}}}{C_{\text{эк. мин}}}} = \sqrt{K_C}, \qquad (10)$$

где $C_{\text{эк. макс}}$ и $C_{\text{эк. мин}}$ — соответственно максимальная и минимальная эквивалентная емкость перехода.

Он определяет перекрытие частотного диапазона резонансным контуром с полупроводниковым конденсатором.

Крутизна характеристики емкости полупроводникового конденсатора определяется как

$$S_C = \frac{\Delta C_{\text{эк}}}{\Delta U}, \ \text{пф/в}, \qquad (11)$$

и характеризует управляемость конденсатора.

Крутизна характеристики управляемости резонансной частотой контура

$$S_f = \frac{\Delta f}{\Delta U}, \ \text{кгц/в} \qquad (12)$$

определяет требуемую величину изменения напряжения ΔU для получения необходимой девиации частоты Δf.

Так как зависимость эквивалентной емкости от напряжения нелинейна, то параметры S_C и S_f зависят от положения рабочей точки на вольт-амперной характеристике полупроводникового конденсатора на вольт-амперной характеристике перехода. В области малых напряжений смещения они имеют максимальную величину.

Максимальная эквивалентная емкость *p-n* перехода кремниевых стабилитронов имеет значительные разбросы даже в пределах одной группы и обычно лежит в пределах 200—900 *пф*, причем большая величина емкости, как правило, соответствует стабилитронам с меньшим напряжением пробоя. Минимальная эквивалентная емкость лежит в пределах 80—200 *пф* (меньшая величина емкости соответствует стабилитронам с большим напряжением пробоя).

Эквивалентную емкость перехода кремниевого стабилитрона можно измерить любым измерительным мостом, имеющим частоту напряжения питания порядка 100 *кгц*.

Для снятия кривой зависимости эквивалентной емкости от напряжения смещения (характеристики эквивалентной емкости перехода) может быть использована схема, приведенная на рис. 2. Напряжение смещения регулируется потенциометром R_1 (можно применить регулируемый источник напряжения). Сопротивление R_2

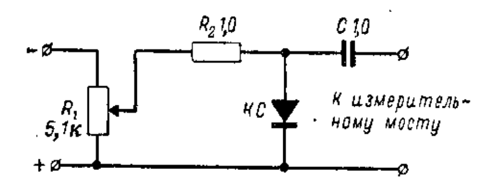


Рис. 2. Схема измерения эквивалентной емкости *p-n* перехода кремниевых стабилитронов.

ограничивает проникание переменного тока в цепь источника смещения, а конденсатор *C* препятствует прониканию постоянного тока в измерительный мост. Амплитуда переменного напряжения, подаваемого на стабилитрон *КС*, не должна превышать 0,3 *в*.

При измерениях необходимо учитывать паразитную емкость, вносимую соединительными проводами и деталями схемы. Определять эквивалентную емкость следует по формуле

$$C_{\text{эк}} = C_{\text{изм}} - C_{\text{пар}}, \qquad (13)$$

где $C_{\text{изм}}$ — величина емкости, отсчитанная по индикатору моста;
$C_{\text{пар}}$ — емкость проводов и деталей, измеренная без стабилитрона.

КРЕМНИЕВЫЙ СТАБИЛИТРОН В КАЧЕСТВЕ УПРАВЛЯЕМОГО КОНДЕНСАТОРА В РЕЗОНАНСНОМ КОНТУРЕ

Способы включения кремниевого стабилитрона в резонансный контур. Работа перехода кремниевого стабилитрона как управляемого конденсатора проверялась в резонансных контурах, работающих совместно с усилителем высокой частоты на транзисторе с апериодической нагрузкой в цепи коллектора.

В качестве полупроводникового управляемого конденсатора применялись *p-n* переходы стабилитронов Д811 и Д813, имеющие соответственно следующие параметры: $C_{\text{эк. макс}} = 325$ и 245 *пф*; $C_{\text{эк. мин}} = 95$ и 90 *пф*.

Катушкой индуктивности служила ферритовая антенна (материал Ф-600, длина 90 *мм*, диаметр 8 *мм*) с тремя обмотками. Данные обмоток следующие: обмотка I содержит 150 витков провода ПЭЛШО 0,1 (1 350 *мкгн*), обмотка II — 35 витков (88 *мкгн*) и об-

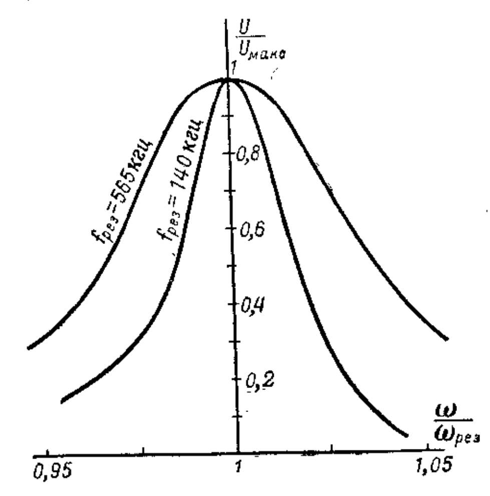


Рис. 3. Резонансные характеристики входного контура усилителя высокой частоты.

мотка III — 5 витков (5 *мкгн*). Обмотки II и III намотаны проводом ПЭЛШО 0,2. Намотка производилась в один слой, виток к витку.

Обмотки I и II использовались соответственно в диапазоне длинных и средних волн. Обмотка III, намотанная на бумажном каркасе, могла передвигаться по ферритовому стержню и служила обмоткой связи. Усилитель имел трансформаторный выход и был выполнен на транзисторе П403.

Две наиболее характерные резонансные характеристики всей системы приведены на рис. 3.

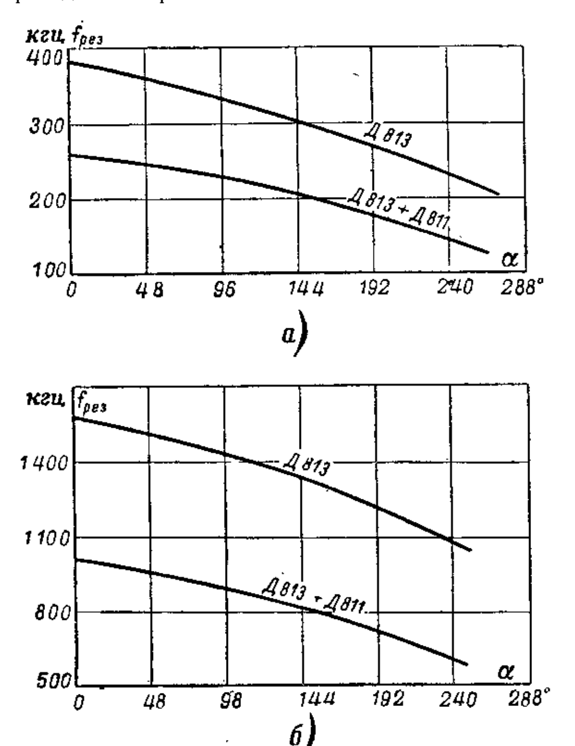


Рис. 4. Характеристики перекрытия диапазона длинных (*а*) и средних (*б*) волн.

Резонансная частота входного контура регулировалась потенциометром СПО-0,5, 100 *ком*. Кривые зависимости резонансной частоты от угла поворота оси потенциометра изображены на рис. 4. Ввиду малого коэффициента перекрытия по емкости кремниевых стабилитронов пришлось диапазоны длинных и средних волн разбить на два поддиапазона.

На рис. 5, *а* показаны наиболее часто используемые способы включения кремниевого стабилитрона в качестве управляемого конденсатора. Напряжение с регулировочного потенциометра R_1 через сопротивление R_2 подается на стабилитрон таким образом, что переход его оказывается включенным в обратном направлении. Стабилитрон и катушка индуктивности резонансного контура связаны при помощи разделительного конденсатора *С*. Величина сопротивления R_2 определяется допустимой степенью шунтирования колебательного контура цепочкой подачи смещения на стабилитрон. Исходя из этого условия, сопротивление R_2 выбирают порядка нескольких метом.

При включении последовательно с регулировочным потенциометром постоянного сопротивления (рис. 5, б и *в*) можно плавно «растягивать» диапазон на соответствующих участках характеристики эквивалентной емкости перехода кремниевого стабилитрона.

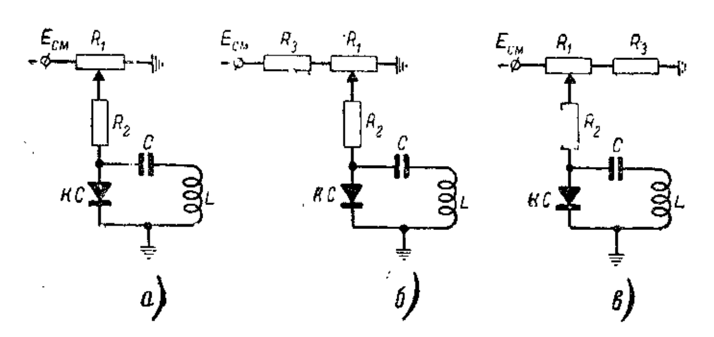


Рис. 5. Способы включения кремниевого стабилитрона в резонансный контур. *а* — полное использование коэффициента перекрытия по емкости; *б* — работа на правом участке характеристики; *в* — работа на левом участке характеристики.

Некоторме вопросы проектирования радиоаппаратуры с полупроводниковыми конденсаторами. Как уже отмечалось, недостаток кремниевых стабилитронов состоит в малом коэффициенте перекрытия по емкости, что весьма существенно при работе резонансного контура в диапазоне длинных и средних волн. Лишь максимальное использование коэффициента перекрытия, сведение к минимуму паразитных емкостей схемы и тщательная настройка резонансного контура позволяют перекрыть диапазон средних или длинных волн только с одним переключением.

Перестройку частоты колебательного контура можно осуществить переключением либо конденсаторов, либо катушек индуктивности. Если при использовании обычных конденсаторов первый способ практически не применяется, то при работе с полупроводниковыми управляемыми конденсаторами он может быть сравнительно легко осуществлен путем параллельного включения стабилитронов (если имеется достаточное количество стабилитронов, из которых можно подобрать нужную пару).

Второй способ более пригоден в радиолюбительских условиях. Переключением нужного числа витков катушки индуктивности можно получить необходимое изменение частоты колебательного кон-

тура. Однако следует заметить, что если для обычных контуров, выполненных на диэлектрических каркасах, возможен предварительный достаточно точный расчет числа витков катушки, от которых следует делать отводы, то при выполнении контура на ферритовом сердечнике этого сделать практически не удается. В этом случае индуктивность настолько сильно зависит от места расположения катушки на феррите, что правильно выбрать число витков катушки можно только экспериментально. Тем не менее этот вариант перестройки частоты представляет наибольший интерес при конструировании малогабаритной аппаратуры с одним резонансным контуром.

Возможно также использование для каждого участка диапазона отдельной катушки индуктивности. Хотя в этом случае схема оказывается наиболее простой в настройке, этот способ практически мало удобен (необходимость намотки нескольких многовитковых катушек). Этот вариант изменения частоты колебательного контура можно рекомендовать для сложной аппаратуры, например для приемников супергетеродинного типа, где вопросы согласования резонансных контуров гетеродина и смесителя имеют преимущественное значение.

Использование кремниевых стабилитронов Д808—Д813 в качестве управляемых конденсаторов в резонансных контурах требует применения сравнительно высоких питающих напряжений. Практически можно принять, что величина питающего напряжения должна быть примерно на 0,5—0,6 *в* ниже напряжения пробоя стабилитрона. Это позволяет максимально использовать коэффициент перекрытия перехода по емкости, не заходя при работе в предпробойную область вольт-амперной характеристики, где добротность эквивалентного конденсатора резко падает.

В качестве источника смещающего напряжения может быть использован источник питания схемы. Если напряжение этого источника превышает требуемую величину, в схеме должен быть предусмотрен специальный параметрический стабилизатор, состоящий из балластного сопротивления и кремниевого стабилитрона.

Стабилизатор напряжения смещения необходим, если кремниевый стабилитрон применен в качестве управляемого конденсатора в приемниках супергетеродинного типа, поскольку изменение напряжения смещения может привести к рассогласованию резонансных контуров гетеродина и смесителя.

В простейших схемах, в которых управляемый конденсатор применяется только в одном резонансном контуре и имеется возможность подачи напряжения смещения от батареи, можно либо вообще обойтись без стабилизатора, либо использовать его как ограничитель максимальной величины напряжения смещения. В таких схемах градуировочная характеристика приемника будет изменяться в зависимости от изменения напряжения смещения. Однако, если напряжение смещения и порог ограничения выбраны в соответствии с напряжением пробоя стабилитрона, использованного в качестве управляемого конденсатора, этот уход будет незначительным.

В ряде случаев радиоаппаратура должна питаться от аккумуляторов напряжением 1,4—3 *в*. В этом случае могут быть использованы специальные преобразователи напряжения. Две схемы таких преобразователей приведены на рис. 6. Оба преобразователя выполнены на транзисторе П14 с повышающим трансформатором на кольце из оксифера 1000 с наружным диаметром 10 *мм* и высотой 7 *мм*.



Преобразователь, схема которого изображена на рис. 6, *а*, предназначен для работы с аккумуляторами напряжением 1,4—1,6 *в*. Для улучшения условий самовозбуждения преобразователя на базу транзистора T_1 подается небольшое отрицательное смещение через сопротивление R_1, подбором величины которого достигается установка рабочей точки транзистора.

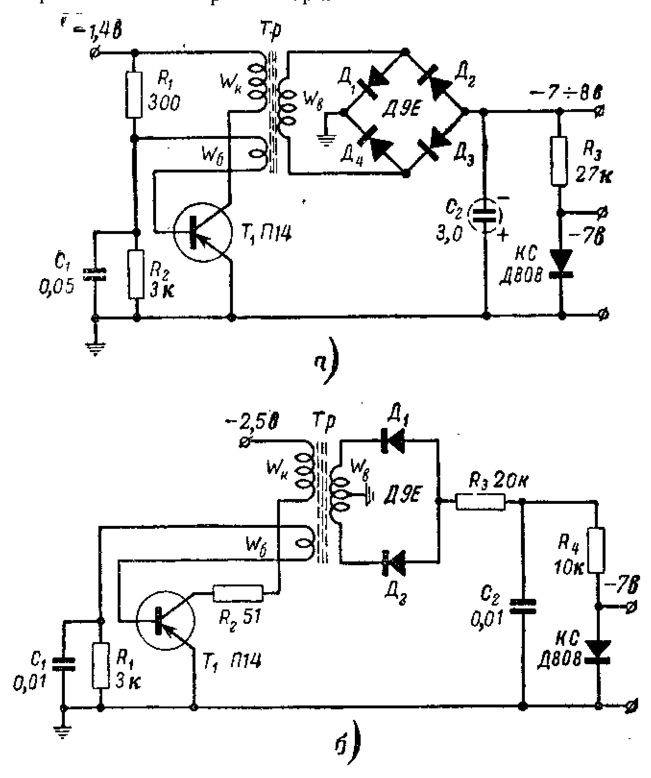


Рис. 6. Два варианта схемы преобразователя.

Обмоточные данные трансформатора *Тр* следующие: обмотка $W_к$ содержит 30 витков, обмотка $W_б$ — 15 витков, обмотка $W_в$ — 420 витков. Обмотки $W_к$ и $W_б$ намотаны проводом ПЭЛШО 0,2, обмотка $W_в$ — проводом ПЭЛШО 0,08.

Частота генерации преобразователя лежит в пределах 30—40 *кгц*. Выпрямитель собран по мостовой схеме на точечных диодах Д9Е.

Преобразователь имеет два выхода по постоянному току: один для питания схемы приемника (7—8 *в*) с током нагрузки 3—4 *ма*, второй — стабилизированное напряжение смещения для управляемой

емкости (7 *в*) с током нагрузки 0,2 *ма*. Напряжение холостого хода на первом выходе может достигать 20—25 *в*, что необходимо учитывать при работе преобразователя со схемой. Перед подключением преобразователя к схеме аккумулятор должен быть отключен. Потребляемый преобразователем ток от аккумулятора при номинальной нагрузке равен 45—60 *ма* в зависимости от напряжения аккумулятора.

Схема второго преобразователя (рис. 6, *б*) аналогична рассмотренной. Этот преобразователь предназначен для работы с аккумуляторами напряжения 2,5—3 *в*. Сравнительно высокое напряжение питания преобразователя позволило применить схему двухполупериодного выпрямления.

Трансформатор *Тр* выполнен на таком же сердечнике, что и в предыдущем преобразователе. Обмоточные данные трансформатора следующие: обмотка $W_к$ содержит 40 витков провода ПЭЛШО 0,4, обмотка $W_б$ — 25 витков, обмотка $W_в$ — 2×200 витков. Обмотки $W_б$ и $W_в$ намотаны проводом ПЭЛШО 0,08.

Выходное напряжение стабилизировано (7 *в*), номинальный нагрузочный ток стабилизатора порядка 0,3 *ма*, величина пульсации напряжения на выходе порядка 30 *мв*, что составляет примерно 0,5% от выходного напряжения при номинальной нагрузке.

Сопротивление R_2 ограничивает ток холостого хода преобразователя, который может достигать 40—80 *ма*. Чрезвычайно большая величина сопротивления ухудшает условия самовозбуждения и нагрузочную характеристику преобразователя. Потребляемый ток при напряжении питания 2,5 *в* равен 8 *ма*.

Необходимо помнить, что применение подобных преобразователей наиболее целесообразно только с аккумуляторами сравнительно большой емкости. Размещению преобразователей и их экранировке нужно уделять максимальное внимание при проектировании радиоаппаратуры.

ПРИЕМНИК ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ С УПРАВЛЯЕМЫМ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ КОНДЕНСАТОРОМ

Схема (рис. 7). Приемник рассчитан на громкоговорящий прием местных и мощных удаленных радиостанций в диапазоне длинных и средних волн. Каждый диапазон разбит на два поддиапазона: 160—260 и 310—520 *кгц* (длинные волны, положение *1* и *2* переключателя $П_1$); 530—800 и 810—11 000 *кгц* (средние волны, положение *3* и *4* переключателя $П_1$).

Питание приемника (усилители высокой и низкой частоты) осуществляется от батареи из двух гальванических элементов типа 1,3-ФМЦ-0,25 (ФБС-0,25). Для получения необходимой величины напряжения смещения кремниевого стабилитрона $КС_1$, примененного для настройки приемника, последовательно с указанной батареей включены три окисно-ртутные элемента типа ВР-1 напряжением по 1,5 *в* и емкостью по 0,2 *а·ч* каждый. Ток, потребляемый приемником при отсутствии сигнала (напряжение питания 2,6 *в*), равен 6—7 *ма*. Схема электронной настройки потребляет ток порядка 250 *мка* при напряжении питания, не превышающем 7 *в*. При большем напряжении этот ток несколько возрастает вследствие появления тока ограничителя, собранного на кремниевом стабилитроне $КС_2$.

Входной резонансный контур приемника выполнен на ферритовой антенне с секционированной катушкой индуктивности L_1—L_6. Вместо конденсатора переменной емкости применен кремниевый стабилитрон $КС_1$ Д808 с напряжением пробоя 7,4—7,8 *в* и коэффициентом перекрытия по емкости порядка 3,5. Изменение емкости производится потенциометром R_2. Конденсатор C_1 — разделительный. Его емкость должна по крайней мере раз в 10 превышать максимальную эквивалентную емкость перехода (в противном случае заметно уменьшается коэффициент перекрытия контура по частоте).

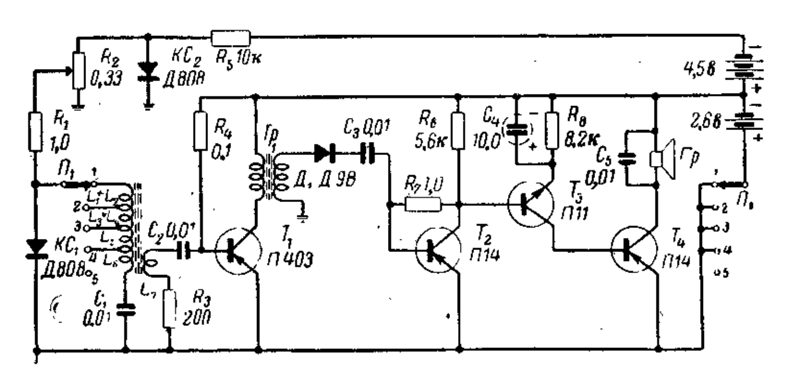


Рис. 7. Принципиальная схема приемника с электронной настройкой.

Катушка связи L_7 через разделительный конденсатор C_2 соединена с базой транзистора T_1, на котором собран апериодический усилитель высокой частоты с трансформаторным выходом. Сопротивление R_4 служит для установки режима (положения рабочей точки) этого транзистора.

Трансформатор $Тр_1$ — повышающий. Благодаря этому амплитуда высокочастотного сигнала увеличивается, что позволяет получить более высококачественное детектирование, осуществляемое детектором $Д_1$.

Низкочастотный сигнал через разделительный конденсатор C_3 подается на базу транзистора T_2, работающего в режиме линейного усиления. Сопротивление R_7 предназначено для получения на базе этого транзистора автоматического смещения. Оно также служит для стабилизации рабочей точки транзистора при изменении температуры. Однако сопротивление R_7 одновременно служит для получения отрицательной обратной связи по переменному току, что приводит к снижению коэффициента усиления каскада. Чтобы избавиться от нежелательной обратной связи, необходимо это сопротивление разделить на две равные части и среднюю точку заземлить через конденсатор емкостью порядка 0,01 *мкф*.

Для упрощения схемы приемника второй каскад усиления низкой частоты выполнен на транзисторе T_3 с электронной проводи-

мостью. Сопротивление R_8 позволяет правильно выбрать рабочую точку этого транзистора. Благодаря конденсатору C_4, включенному параллельно сопротивлению R_8, исключается возможность появления обратной связи по переменному току.

Коллектор транзистора T_3 соединен непосредственно с базой транзистора T_4 (П14), работающего в режиме А. Положение рабочей точки транзистора T_4 определяется величиной коллекторного тока транзистора T_3.

В приемнике использован самодельный электромагнитный громкоговоритель с активным сопротивлением катушки 60 *ом*. Обмотка громкоговорителя шунтирована конденсатором C_5, позволяющим благодаря завалу верхних частот выровнять частотную характеристику всего усилителя низкой частоты вместе с громкоговорителем, излишне подчеркивающим высокие частоты.

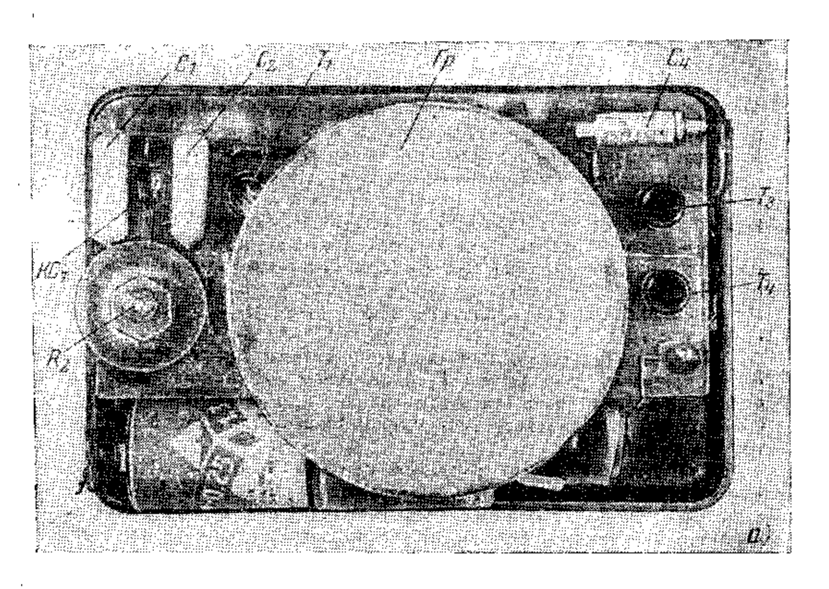
Детали и конструкция. Входной контур выполнен на ферритовом стержне (Ф-600) диаметром 8 *мм* и длиной 90 *мм*. Катушка индуктивности состоит из шести секций, намотанных в навал на бумажных каркасах, которые могут перемещаться относительно друг друга. Первая секция L_1 содержит 65, вторая L_2—25, третья L_3—75, четвертая L_4—45, пятая L_5—35, шестая L_6—30 витков. Секции L_1, L_2, L_3, L_4 намотаны проводом ПЭЛШО 0,12, L_5 и L_6 — проводом ПЭЛШО 0,2. Обмотка связи L_7 состоит из 7 витков провода ПЭЛШО 0,3 и расположена между секциями L_1 и L_2.

Высокочастотный трансформатор Tp_1 выполнен на кольце из оксифера 1000 с наружным диаметром 10 *мм* и высотой 7 *мм*. Его первичная обмотка содержит 50 витков провода ПЭЛШО 0,1, а вторичная — 200 витков такого же провода.

Рис. 8. Монтажная панель приемника.

Переключатель диапазонов изготовлен из гетинаксовой платы галетного переключателя, имеющего два полюса с переключением на пять положений (рис. 7). Одна половина платы использована для выключения питания, а другая для переключения диапазонов. В переключателе отсутствует фиксатор положения, однако промежуточные положения исключаются, так как цепь питания в этих положениях оказывается разомкнутой.

Для настройки приемника применено переменное сопротивление СПО-0,5 (R_2). При включении сопротивления в схему нужно вывод



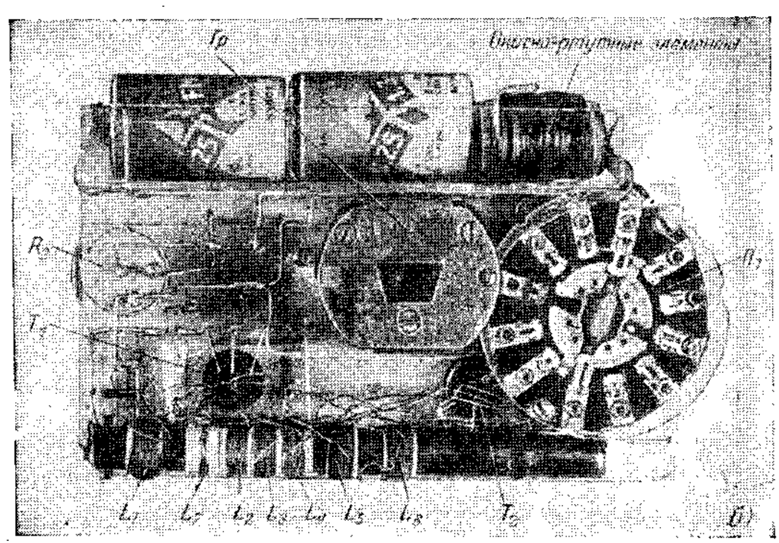


Рис. 9. Расположение деталей на монтажной панели. *а* — вид сверху; *б* — вид снизу.

начала участка с плавным изменением сопротивления подключить к земле.

Приемник собран на панели из органического стекла размером 110×55×1,5 *мм* (рис. 8). В центре панели сделан вырез под электромагнитную систему громкоговорителя, в остальных отверстиях размещены транзисторы и переменное сопротивление R_2. Расположение деталей на монтажной панели приемника показано на рис. 9.

Налаживание приемника заключается в наладке усилителей НЧ и ВЧ и укладке частот входного контура в заданные диапазоны.

Наладка усилителя низкой частоты в основном сводится к установке коллекторного тока транзистора T_3 путем подбора сопротивления R_8. Величина этого тока должна быть равна 50—100 *мка*. Для проверки работы усилителя НЧ может быть использована трансляционная сеть.

Налаживание усилителя высокой частоты заключается в установке режима транзистора T_1 изменением величины сопротивления R_4. Коллекторный ток этого транзистора должен быть порядка 0,8—1,2 *ма*, что соответствует максимальному коэффициенту усиления каскада.

Для укладки частот входного контура в заданные диапазоны можно применить генератор стандартных сигналов; начинать настраивать следует с наиболее коротковолнового поддиапазона путем перемещения секций антенны по ферритовому стержню. Полярность включения обмотки связи определяют экспериментально. В случае неправильной полярности ее включения возможно самовозбуждение схемы.

Описанный приемник прост и надежен в эксплуатации. Приемник нормально работает при снижении напряжения питания до 2,3—2,4 *в*. При снижении общего питающего напряжения до 5,5 *в* уход коэффициента перекрытия и градуировочной характеристики приемника практически незаметен.

Веденеев Георгий Михайлович и *Вершин Виктор Евгеньевич*

В 26 Радиоприемник с электронной настройкой, М.—Л., Госэнергоиздат, 1963, 16 стр, с илл. (Массовая радиобиблиотека, вып. 472).

621.396.62.075

Редактор *Ю. Н. Пленкин* Техн. редактор *Н. И. Борунов*

Обложка художника *А. М. Кувшинникова*

Сдано в набор 8/I 1963 г. Подписано к печати 22/III 1963 г.
Т-00235 Бумага 84×108[1]/32. 0,82 печ. л. Уч.-изд. л. 1.
Тираж 125 000 экз. Цена 04 коп. Зак. 59.

1-я типография Профиздата. Москва, Крутицкий вал, 18.